

AUTORES**¹Alfredo Nascimento
Júnior**Eng Agr.
Dr., Pesquisador
Embrapa Trigo, CP
451, CEP 99001-
970, Passo Fundo – RS -
e-mail:
Alfredo@cnpt.embrapa.br**²Oscar José Smiderle**Eng Agr.
Dr., Pesquisador
Embrapa Roraima, CP
133, CEP 69301-970, Boa
Vista – RR - e-mail:
ojsmider@cnpafrr.embrapa.br**³Vicente Gianluppi**Eng Agr.
Msc., Pesquisador
Embrapa Roraima, CP
133, CEP 69301-970, Boa
Vista – RR - e-mail:
vicente@cnpafrr.embrapa.br

Indicações técnicas para o cultivo de algodoeiro herbáceo nos cerrados de Roraima.

1. INTRODUÇÃO

O algodão há muito deixou de ser obtido com finalidades de subsistência, atualmente é matéria-prima básica da cadeia agrotêxtil nacional, representando cerca de 97% do total das fibras naturais consumidas e 90% das produzidas no País (IEL, 2000). O produto principal, obtido com a colheita, é o algodão em caroço (fibras + sementes); a fibra, é utilizada em mais de quatrocentas aplicações industriais, desde a confecção de fios para tecelagem de tecidos até a obtenção de celulose (Corrêa, 1989); a semente de algodão, é rica em óleo (18 a 25%) e contém de 20 a 25% de proteína bruta; o óleo extraído, depois de refinado, pode ser utilizado na alimentação humana e fabricação de margarina e sabão, e finalmente o bagaço, subproduto da extração do óleo, é utilizado na alimentação animal, possuindo elevado valor proteico (Carvalho, 1996). Além disso, tradicionalmente, o algodão é cultura que emprega intensa mão-de-obra em todo o ciclo produtivo, o que confere ao setor uma grande importância social.

O Brasil consome em média 850 mil toneladas por ano de fibras de algodão, entretanto, a produção interna na última década declinou, com a redução de área e produção, relegando a perdas de divisas do País, com a necessidade da importação de matéria-prima na ordem de 105 mil toneladas em 1991 para 500 mil toneladas em 1993 e estabilizando desde então em torno de 400 mil toneladas (IEL, 2000).

No mesmo período, verifica-se uma expansão da cultura na região Centro-Oeste do Brasil, realizada por grandes produtores, tendo sido instalada como alternativa de rotação de cultivo com a cultura da soja em solos com vegetação de cerrado, em que atualmente é observado incremento de produção em área e produtividade, podendo com isto, em poucos anos o Brasil ter excedente de produção, tornando-se exportador de fibras com qualidade superior, revertendo o atual quadro econômico. Contudo, o consumo mundial deste produto está em franca expansão em função do crescimento populacional, garantindo assim, expectativa de comercialização.

Embora o custo de produção de algodão seja duas a três vezes superior ao da soja ou milho, a rentabilidade varia de modo semelhante, sendo ainda uma das culturas anuais de alto retorno econômico para o produtor.

Proporcional a região Centro-Oeste, no Estado de Roraima, encontram-se grandes áreas de vegetação de cerrado, com topografia plana, alta intensidade luminosa, clima definido com estação seca na colheita, cultivo de espécies anuais em ascensão com necessidade de alternativas para rotação, mercados potenciais nos Países vizinhos e no Estado do Amazonas, que favorecem ou estimulam a possibilidade de cultivo do algodoeiro herbáceo. Este contexto é fortalecido quando é considerada a questão estratégica da necessidade do País na produção desta fibra, da diversificação de cultivos que agreguem valor e racionalizem o capital e a mão-de-obra familiar nas propriedades rurais hoje vistas como empresas.

Além disso, o Estado possui cerca de 1.500.000 hectares de cerrados, com características de vegetação e topografia que favorecem a mecanização completa do processo produtivo, áreas de transição de mata, com pequenos agricultores com tradição no cultivo da espécie, ávidos por alternativas mais rentáveis de cultivo. De modo geral, as áreas de cerrado são planas ou com pequena declividade, os solos são de baixa fertilidade natural, com textura variando de arenosa a argilosa, sendo predominante os latossolos amarelo, vermelho-amarelo e vermelho escuro. A temperatura média anual é de 27°C, a precipitação é de 1500 mm anuais, concentrada nos meses de maio a setembro.

Os resultados de pesquisa obtidos pela Embrapa Roraima com o algodoeiro herbáceo possibilitam uma decisiva conclusão de que a cultura apresenta elevado potencial de rendimento no Estado. Para tanto, neste documento estão reunidas algumas informações técnicas para o cultivo do algodoeiro, baseadas em tecnologias e experiências adquiridas pelos profissionais da pesquisa agrícola e aquelas tecnologias de caráter intrínsecos da espécie que devem ser adotadas para garantir o sucesso cultura.

2. SELEÇÃO E PREPARO DA ÁREA

Na escolha da área para o cultivo do algodoeiro devem ser observadas as características de: relevo; profundidade; drenagem e fertilidade do solo. Deve-se escolher áreas planas ou levemente onduladas. Considerando que o algodoeiro é uma das culturas que mais expõem o solo aos agentes erosivos, não são recomendadas terras com declive superior a 12%, devendo ser deixadas com a vegetação nativa ou exploradas com culturas perenes.

De modo geral, os solos profundos, bem drenados e estruturados, de pH em água entre 5,5 a 6,5 e de fertilidade média a alta são os preferidos ao cultivo do algodoeiro. Em relação à textura, o algodoeiro se desenvolve adequadamente em solos arenosos e argilosos, desde que existam condições de equilíbrio nutricional, aeração e umidade.

2.1. Limpeza da área

A cultura do algodoeiro além de exigir solos de boa fertilidade, possui como premissa básica em solos de cerrados, o cultivo em áreas anteriormente trabalhadas com outras culturas para expressar o máximo de seu potencial, livres de espécies arbustivas ou arbóreas invasoras. Entretanto, quando o cultivo anterior à implantação for o próprio algodoeiro, por medidas sanitárias é preconizada a prática de eliminação dos restos culturais com arranquio e queima dos restos da cultura anterior. Esta operação limita sensivelmente a população de pragas e patógenos, proporcionando em longo prazo uma economia sensível de defensivos agrícolas.

2.2. Terraceamento

Trata-se de uma medida de conservação do solo necessária para a contenção das águas das chuvas. Essa prática é importante sempre que a declividade do terreno for maior que 2% e não se optar pelo plantio direto. Em terreno com 2% a 6% de declividade pode-se construir terraços com base larga, em nível, pois estes permitem o plantio em toda área. Quando a declividade for superior a 6%, deve-se fazer terraços, construídos com arado de disco e com desnível de sulco não superior a 1/1000. Recomenda-se que os terraços não ultrapassem a 600 m de comprimento. No anexo I encontra-se alguns espaçamentos entre terraços em nível.

2.3. Preparo do solo

O preparo do solo tem como objetivos, eliminar restos culturais, camadas compactadas, incorporar herbicidas, corretivos e adubos verdes, auxiliar no controle de plantas daninhas, doenças e pragas, nivelar e destorroar o terreno, possibilitando condições favoráveis à germinação das sementes e emergência de plântulas e condução do cultivo.

O preparo das áreas de cerrado deve ser feito, preferencialmente com subsolador ou escarificador, evitando-se ao máximo o uso de grades. Porém o uso de arado de disco, aiveca, ou grade aradora, é permitido quando da necessidade de correção da acidez e incorporação dos corretivos, sendo que, este último possui alguns inconvenientes como: deixar cerca de 20% de resíduos vegetais sobre a superfície do terreno, não distribuir uniformemente os corretivos na camada arável e a profundidade máxima de trabalho raramente ultrapassa a 15 cm.

O primeiro preparo da área deve ser realizado no final do período chuvoso anterior ao do plantio, visto que preparando nesta época, cria-se condições para a decomposição do material orgânico incorporado e, também, condições de trabalho do solo durante o período seco, quando poderão ser feitas as correções do solo,

construção de terraços e o preparo final com grade niveladora. Dessa maneira, o produtor não perderá tempo com preparo do solo no início do período chuvoso, dedicando-se exclusivamente ao plantio da lavoura. Todas as operações de preparo deverão ser realizadas em curvas de nível entre os terraços.

O preparo do solo não deve ser exagerado, ou seja, grande número de gradagens. Deve ser feito em condições de umidade adequada e profundidades alternadas em cada ano de plantio. Por exemplo, no primeiro preparo trabalhar o solo até 20 cm de profundidade, no segundo a 15 cm, no terceiro a 25 cm e assim por diante. Desta forma, evita-se a formação de camadas compactadas. O uso de escarificadores e subsoladores pode ajudar na ruptura dessa camada.

Quando os solos já estiverem corrigidos com o calcário e micronutrientes, ou seja, a partir do segundo ano, deve-se optar pelo plantio direto que dispensa o preparo do solo, sendo que neste caso deve ser usado herbicida para o controle das invasoras.

2.4. Correção do solo

O trabalho de correção do solo inicia com a análise do próprio solo e do calcário a ser utilizado. A partir daí se determinará a quantidade de calcário a ser aplicada por hectare, através de uma das seguintes fórmulas desenvolvidas pela Embrapa Roraima para os solos de cerrado de Roraima, em que NC = t/ha de calcário de PRNT 100%:

$$NC = 196,29 - 58,78 \text{ SMP} + 4,42 \text{ SMP}^2 \text{ ou,}$$

$$NC = 2,32 + 1,63 (\text{Ca} + \text{Mg}) + 0,271 (\text{Ca} + \text{Mg})^2.$$

onde: SMP é o valor obtido na análise de terra referente ao valor do pH no índice SMP; Ca e Mg são os resultados de cálcio e magnésio contidos no resultado de análise.

Além de corretivo, o calcário é fornecedor de cálcio e magnésio, entretanto, para não haver desequilíbrio nutricional da planta e catiônica no solo, é importante verificar qual calcário utilizar: calcítico, magnesiano ou dolomítico. De modo geral recomenda-se o uso de calcário dolomítico ou magnesiano quando o teor trocável de Mg no solo for inferior a 1,0 cmol/dm³ e/ou quando a saturação desse nutriente na CTC for menor do que 13% (Staut e Kurihara, 1998).

De modo geral, os solos de cerrado do Estado, exigem em torno de 1.300 kg.ha⁻¹ de calcário com 100% de PRNT. Caso o calcário não tenha PRNT de 100% a quantidade recomendada deve ser multiplicada por 100 e dividida pelo PRNT do calcário a ser aplicado. O resultado será a quantidade de calcário a aplicar.

A aplicação de 40 a 50 kg.ha⁻¹ de FTE BR 12 complementa a correção, cuja durabilidade é de três anos. A distribuição do calcário e do FTE deve ser feita com

máquinas adequadas em toda área, o mais uniforme possível. Em seguida faz-se a incorporação com uma aração de aproximadamente 20 cm de profundidade.

A correção do solo deve ser feita, preferencialmente, no final do período chuvoso anterior ao do plantio, entretanto sua aplicação pouco antes do plantio não inviabiliza o cultivo, porém a cultura pode não expressar todo seu potencial produtivo principalmente tratando-se de cultivares exigentes em fertilidade do solo.

2.4.1. Efeitos da calagem no solo

A aplicação de calcário no solo é uma das práticas mais importantes para a melhoria da fertilidade dos solos de cerrado. Entre os vários efeitos da calagem, pode-se mencionar os seguintes:

- adicionar cálcio e magnésio ao solo e elevar o pH;
- reduzir a toxidez de alumínio;
- reduzir a adsorção ou “fixação” de fósforo, aumentando a sua disponibilidade;
- aumenta a disponibilidade de molibdênio, mas reduz a dos outros micronutrientes e a do potássio;
- as propriedades físicas são favorecidas pela adição de cátions floclulantes aos colóides do solo, cálcio e magnésio;
- estimula o crescimento radicular das plantas, resultando em um melhor aproveitamento de água e de nutrientes no solo;
- aumenta as cargas negativas dependentes do pH, aumentando a capacidade efetiva de troca de cátions do solo;
- em doses elevadas poderá induzir a lixiviação de cálcio, magnésio e potássio;
- aumenta a atividade microbiana, o que poderá resultar em maior disponibilidade de nitrogênio, fósforo e enxofre, pela decomposição da matéria orgânica;
- aumentar a produtividades do cultivo pelo efeito de um mais fatores citados acima.

3. SEMEADURA

3.1. Cultivares

Anualmente são testados vários genótipos de algodoeiro herbáceo nas condições de Roraima. A escolha do material a ser utilizado é de grande importância, pois nenhuma prática cultural poderá incrementar a produtividade além daquele imposto pelo potencial genético do material.

O produtor poderá optar por aquele que considerar mais adequado para cultivo. Pela facilidade de sementes e adequação às condições de Roraima, é sugerido o cultivo dos seguintes materiais que apresentaram bom desempenho no Estado:

CNPA 7H - A cultivar originou-se do cruzamento intervarietal da Tamcot SP 37 x IAC 17, realizado no município de Campina Grande, PB, em 1985. Posteriormente, através de seleção genealógica, obteve-se a linhagem CNPA 85-263, que foi avaliada durante 7 anos, sendo que, nos anos de 1991 e 1992, esta avaliação se estendeu por todo o Nordeste, em 20 locais reconhecidamente produtores de algodão, e também no Centro-Sul do Brasil. Sua avaliação no Estado de Roraima teve início em 1999.

As plantas da cultivar apresentam haste central arroxeadas, folhas lobadas, com nectário na nervura principal e são compactas. Apresentam a inserção do primeiro ramo frutífero em média a partir do 5º nó, e a floração inicia-se em média aos 50 dias após a emergência das plântulas. A flor possui pétalas creme, sendo esta também a cor predominante do grão de pólen. As maçãs são grandes e ovais, com 4 a 5 lojas por fruto, e na grande maioria, cinco. Os primeiros capulhos aparecem em média aos 85 dias após a emergência, completando o ciclo nas condições de clima e solo de Roraima, aos 120 dias, sendo considerada de ciclo precoce.

Nos ensaios conduzidos em Roraima no ano de 1999 em regime de sequeiro (em área de primeiro ano com baixa fertilidade do solo) e em 1999/2000 sob irrigação (em solo corrigido, cultivado anteriormente e de alta fertilidade), a cultivar apresentou rendimento médio de algodão em caroço de 1.480 e de 5.015 kg.ha⁻¹, respectivamente (Nascimento Jr et al., 2001a). Em ensaios conduzidos nas regiões Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste do Brasil tem apresentado rendimento satisfatório em diferentes condições de cultivo com média de 1.759 kg.ha⁻¹ em condições de sequeiro e não raro de 4.000 kg.ha⁻¹ em condições de lavouras irrigadas, evidenciando a excelente adaptabilidade do material, também demonstrada em Roraima. Considerando o tipo de planta, principalmente pela arquitetura e facilidade de colheita, é ideal para o cultivo por pequenos e médios produtores.

CNPA ITA 90 - A cultivar foi oriunda do composto formado pela mistura de 13 plantas de fibra longa selecionadas na cultivar Deltapine Acala 90, os quais foram submetidos a três ciclos de seleção massal para resistência a virose (mosaico as nervuras f. Ribeirão Bonito). Foi recomendada inicialmente para os estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul para médios e grandes produtores em sistema de

produção totalmente mecanizada. Sua avaliação no estado de Roraima teve início em 1999.

As plantas da cultivar apresentam porte médio a alto, caule verde na porção superior e marrom na inferior. O caule e os pecíolos são pilosos e as flores têm pétalas amarelas claro, pólen creme e estigma curto quase na altura dos estames, as anteras são de fácil deiscência. As brácteas apresentam-se com 13 dentes. As folhas possuem três locos e são medianamente recortadas. Os ramos frutíferos formam-se a partir do 7º nó do ramo principal. A floração inicia-se em média aos 52 dias após a emergência das plântulas. Os primeiros capulhos aparecem em média aos 98 dias após a emergência, completando o ciclo nas condições de clima e solo de Roraima, aos 135 dias, sendo considerada de ciclo normal.

Nos ensaios conduzidos em Roraima no ano de 1999 em regime de sequeiro (em área de primeiro ano com baixa fertilidade do solo, em dois locais) a cultivar apresentou rendimento médio de algodão em caroço de 1.540 e 2.000 kg.ha⁻¹, e em 1999/2000 sob irrigação (em solo corrigido, cultivado anteriormente e de alta fertilidade) de 4.424 kg.ha⁻¹ (Nascimento Jr et al., 2001b). Em ensaios conduzidos nas regiões Centro-Oeste e Norte do Brasil, têm apresentado elevado rendimento em diferentes condições de cultivo, com média de 2.700 a 3.000 kg.ha⁻¹, com grande adaptação, principalmente em solos sob vegetação de cerrado.

3.2. Época de semeadura

Esta etapa está relacionada com o regime pluviométrico.

Em cultivos de sequeiro, devido ao ciclo do algodoeiro ser relativamente longo (120 - 135 dias) nas condições de Roraima, a semeadura deverá ser realizada logo no início das chuvas, no primeiro mês, a partir do momento em que o solo possuir umidade suficiente para promover a germinação. É importante que no período de abertura das maçãs o tempo esteja seco e com boa insolação.

Em cultivos sob irrigação, deve-se realizar a semeadura nos meses de outubro novembro, para a colheita seja realizada antes do início das chuvas, para não prejudicar a colheita.

3.3. Espaçamento e densidade

A população ideal de plantas para uma cultura é um dos componentes de produção que mais contribui para o aumento ou decréscimo de produtividade. Vários fatores ecofisiológicos estão envolvidos com a cultura do algodoeiro. A cultivar utilizada, clima, fertilidade do solo, sistema de cultivo e sistema de colheita, são exemplos de fatores que influem na definição do melhor espaçamento entre linhas (Laca-Buendia & Faria, 1982).

Atualmente, com a mecanização da colheita, o espaçamento varia de acordo com a distância das entre linhas da colheitadeira de algodão. De modo geral, os espaçamentos mais utilizados são 76, 90 e 96 cm entre linhas. Para o produtor que realiza colheita manual os melhores espaçamentos são os de 90 e 100 cm.

Como regra, em solos de baixa fertilidade e reduzida utilização de adubos, as plantas demonstrarão um pequeno desenvolvimento e crescimento, devendo-se neste utilizar espaçamentos menores entre linhas, o inverso é verdadeiro, em solos com alta fertilidade ou adubação pesada, deve-se aumentar o espaçamento entre linhas para evitar a competição entre as plantas de algodoeiro por luz e água. Para tanto, na prática o espaçamento ideal é aquele que representa em média $2/3$ da altura desejada das plantas na fase de floração e maturação. Exemplificando, em espaçamentos de 76 cm a altura máxima permitida é de aproximadamente 115 cm, em espaçamentos de 100 cm a altura máxima permitida é de 150 cm.

A população de plantas por hectare ideal pode variar em uma ampla faixa desde 80 a 120 mil, resultando em uma densidade de plantas por metro quadrado de 8 a 12.

Considerando a população de plantas como um dos componentes de produção, um número de plantas pequeno por área poderá resultar em baixa produtividade, de modo semelhante, população exagerada ou crescimento excessivo de plantas, poderão causar entrelaçamento de ramos, sombreamento excessivo das folhas inferiores e perda da produção por queda excessiva dos frutos do “baixeiro”, principalmente em anos mais chuvosos. Altas densidades também dificultam o controle de pragas e doenças. A queda de frutos do baixeiro força a planta a produzir mais nos ponteiros, podendo causar em algumas variedades acamamento das plantas.

A uniformidade da distribuição espacial das plantas na linha de cultivo é tão importante quanto à população de plantas. Problemas na distribuição de sementes são a maior causa da má distribuição. Problemas desta natureza estão normalmente relacionados à má regulação dos equipamentos, sementes desuniformes, velocidade excessiva de semeadura, terreno mal preparado, etc.

3.4. Desbaste ou raleação

É uma operação realizada em média aos 20 a 25 dias após a emergência das plantas que visa a eliminação do excesso de plantas nas fileiras. Deve ser feita em solo úmido para não prejudicar as raízes das plantas e permitir o arranquio da planta inteira. As plantas raleadas deverão ser aquelas com menor vigor ou porte reduzido. O custo desta operação é elevado por exigir o emprego de mão-de-obra. Logo após o desbaste executa-se a adubação nitrogenada em cobertura, ao lado das plantas, na

linha. O uso de sementes deslintadas ou “peladas” com alto vigor e poder germinativo, desde que bem distribuídas adequadamente nas fileiras, dispensa esta operação.

4. ADUBAÇÃO

O solo é a base de todo o processo produtivo na cotonicultura. De modo geral, os solos de cerrado são extremamente intemperizados, pobres em minerais e matéria orgânica. A fração argila destes solos é composta principalmente por óxidos de alumínio e ferro, com baixa atividade química. Estes minerais no solo promovem aumento da fixação de alguns nutrientes, principalmente o fósforo, e lixiviação de outros, como o nitrogênio, potássio e enxofre. Para o agricultor conseguir melhores resultados com a adubação, poderá utilizar algumas estratégias de manejo dos fertilizantes, como: aplicação localizada de fósforo, parcelada de nitrogênio, potássio, enxofre, zinco e boro e a lanço em superfície total de potássio e boro. Elementos como o cálcio e o magnésio são normalmente supridos pela calagem. O enxofre é liberado pela matéria orgânica ou adicionado pela adubação e o fósforo e o potássio são adicionados ao solo através da correção ou adubação. A dose recomendada de nutrientes é feita com base na análise de solo.

Para se fazer uma adubação equilibrada, além do fator solo, deve-se considerar a extração total de nutrientes realizada pela cultura e quanto pode ser exportada (algodão em caroço) e o que fica nos restos de cultura. Para tanto, é apresentado na Tabela 1, a quantidade de nutrientes extraídos, exportados e retornados ao solo pelo algodoeiro, em cultivo em solo de cerrado do Mato Grosso do Sul. Neste exemplo, observa-se que as plantas exportam grande quantidade de nitrogênio, seguido de potássio e fósforo. Entretanto, esta interpretação irá depender do destino dos restos culturais das plantas, pois em cultivos de grandes áreas de cerrado como os do Centro-Oeste do Brasil, após a colheita, os restos culturais são incorporados ao solo, retornando os nutrientes destas partes para o solo, porém em áreas pequenas e onde a legislação impõe a retirada e queima destes resíduos da lavoura, grande quantidade de nutrientes são exportados da área de cultivo resultando em um decréscimo da fertilidade destas áreas. Neste caso, é importante a complementação mineral para repor ao solo estas perdas.

Tabela 1. **Quantidades de nutrientes extraídos, exportados e retornados ao solo pelo algodoeiro com uma população de 88.000 plantas e produtividade de 2.500 kg.ha⁻¹.**

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	Mn	Cu	Fe	Zn
	kg.ha ⁻¹						g.ha ⁻¹			
Extraído	212	32	118	44	19	10	131	41	147	155
Exportado	152	21	35	5	10	6	26	22	18	111
Retornado	60	11	83	39	9	4	105	19	128	44

Fonte: Staut (1996).

4.1. Sintomas de deficiências e efeito da adubação e calagem

Serão descritos alguns sintomas e benefícios da aplicação de alguns dos elementos, devendo-se evidenciar que os sintomas nem sempre ocorrem isoladamente, podendo ocorrer interação entre elementos e enfermidades, entre os materiais consultados para esta revisão, recomenda-se à leitura de Silva et al., (1995), Staut e Kurihara (1998), Gridi-Papp et al (1992) e Snyder (1997).

4.1.1. Nitrogênio

Plantas com deficiência apresentam crescimento reduzido, amarelecimento uniforme da parte vegetativa, podendo evoluir para vermelho-carmim e até bronzeado nas folhas mais velhas, e em casos extremos, queda das folhas. O ciclo das plantas fica reduzido, com prejuízos no desenvolvimento, diminuindo a distância entre os nós nos ramos e apresentam poucos ramos vegetativos. A queda de estruturas reprodutivas é elevada e pequena a taxa de pegamento das flores. Em caso de adubação oportuna e adequada às plantas podem retomar o ritmo de crescimento e desenvolvimento com folhagem verde e produção normal. A adubação nitrogenada influi positivamente no peso de capulhos e de sementes, e em algumas das características intrínsecas da fibra. O excesso de nitrogênio pode causar crescimento anormal e prolongamento do ciclo vegetativo, em detrimento à produção, é recomendado o monitoramento da lavoura e aplicação de reguladores de crescimento associado a altas doses de adubação nitrogenada.

4.1.2. Fósforo

A deficiência de fósforo ao contrário do nitrogênio, atrasa o desenvolvimento e o crescimento do algodoeiro, as plantas desenvolvem-se muito lentamente, apresentando folhas pequenas, de cor verde-escura, brilhantes e com eventuais manchas ferruginosas nos bordos. A adubação fosfatada regulariza o crescimento e o desenvolvimento das plantas a aumenta a produção, ocorre melhora no peso de capulhos e das sementes. O fósforo apresenta efeito residual, acumulando-se no solo em função de sucessivas aplicações.

4.1.3. Potássio

Os sintomas de deficiência (“fome de potássio”) são observados normalmente durante a frutificação, apresentando amarelecimento dos bordos das folhas em manchas isoladas da lavoura. Nas folhas do baixeiro surge uma clorose internerval que evolui para um bronzeamento, seus bordos apresentam um aspecto queimado e finalmente, secam e caem prematuramente. Enquanto as folhas mais velhas começam

a cair, os sintomas se deslocam para os ponteiros. O amarelecimento em casos severos é acompanhado de murchamento das plantas, que pode conduzir até a morte; nota-se ainda um escurecimento interno dos vasos, bastando realizar um corte transversal a haste principal do algodoeiro para visualização. O ciclo das plantas sofre grande redução nos casos de deficiência. A adubação adequada evita estes sintomas e a ocorrência da “fome de potássio” pode ser observada em algodoais que prometem maior produção, assegura maior produção, maior peso de capulhos e de sementes, melhor qualidade de fibra e ciclo normal.

4.1.4. Enxofre

As plantas deficientes apresentam crescimento prejudicado, com poucos ramos vegetativos, clorose foliar, há queda excessiva de formações jovens e prematura de folhas, reduzindo o ciclo e produção. Diferencia-se da deficiência de nitrogênio por ocorrer em manchas na lavoura, e por ser o amarelecimento restrito, inicialmente, as folhas jovens dos ponteiros das plantas, que apresentam coloração verde-clara, brilhante, com aspecto semelhante às folhas jovens dos citros (verdelimão). Em solos de cerrado é mais comum sua deficiência durante a fase de correção do solo e quando são aplicados adubos que não contenham enxofre. A utilização de adubos que contenham enxofre na formulação, ou o uso de superfosfato simples e/ou sulfato de amônio, assim como o gesso associado à adubação, tem possibilitado a prevenção desta deficiência.

4.1.5. Cálcio

A deficiência de cálcio é extremamente difícil de ser identificada a campo. Em cultivos com solução nutritiva sem cálcio, as plantas crescem muito pouco, perdem todas as folhas e morrem em menos de trinta dias. Plantas com deficiência paralisam seu crescimento, seguido de murchamento das folhas, curvatura e colapso dos pecíolos, fato que resulta em desfolha, as poucas folhas remanescentes tornam-se avermelhadas. O desenvolvimento dos frutos é prejudicado, podendo ocorrer o apodrecimento. O número de flores também é reduzido e a queda de maçãs é muito intensa sua ocorrência em solos extremamente ácidos e pobres. Nestas condições o algodoeiro sofreria inúmeros problemas associados à acidez, desde carências nutricionais até intoxicações por elementos como Al, Fe, Mn, etc.

4.1.6. Magnésio

As plantas deficientes se desenvolvem lentamente, apresentando entre as nervuras das folhas, amarelecimento generalizado, que evolui para um vermelho-purpúreo, formando contraste intenso com o verde normal das nervuras, os sintomas

evoluem para as folhas jovens enquanto que as mais velhas afetadas, caem rapidamente. Não é comum deficiência de magnésio na maioria dos solos, entretanto podem ocorrer problemas de suprimento às plantas em solos excessivamente ácidos, altamente intemperizados, solos arenosos, em solos em que a acidez tenha sido corrigida constantemente com calcário calcítico e em solos com cultivos que utilizem elevadas doses de adubação potássica. Em condições de campo, os sintomas podem ser confundidos com o “vermelhão” causado por vírus transmitido pelo pulgão, o qual apresenta, porém, um desenho irregular, em manchas, nos limbos foliares.

4.1.7. Boro

Dos micronutrientes exigidos pelo algodoeiro, o boro é um dos mais importantes. É de absorção rápida, mas de translocação lenta. A deficiência se manifesta freqüentemente por ocasião do florescimento, com uma leve deformação dos botões florais, clorose das sépalas e pétalas atrofiadas, enrugadas, tendo as extremidades torcidas para dentro e manchadas de pardo. As flores apresentam abertura deficiente e podem cair, sem frutificar. Os grãos de pólen ocorrem em número menor que o normal e apresentam, também, escurecimento disperso. Os frutos geralmente são menores, disformes e com freqüência apresentam descoloração (mancha escurecida) interna em sua base, facilmente identificável recolhendo-se frutos ou flores recém caídos no solo e realizando-se um corte longitudinal e central ao longo das nervuras destas estruturas. O ponteiro das plantas torna-se clorótico, atrofiado, com internódios curtos e tendência a crescimento do caule em zigue-zague e número anormal de novos brotos (superbrotamento). Em caso severo, ocorre rachadura do caule nos nós, com exsudação de líquido e morte das gemas apicais ou “ponteiros”. As plantas rebrotadas prolongam o ciclo e prejudicam a operação de colheita, quando feita mecanicamente. A queda de produção pode ser expressiva.

Deficiência de boro pode ocorrer normalmente nos solos calcariados ou adubados com NPK em excesso, solos com baixo teor de matéria orgânica, arenosos e em períodos de seca.

A toxicidade de boro pode ser verificada em casos de adubações elevadas ou em adubações freqüentes por longos períodos, caracterizando-se por crestamento das folhas velhas, entre as nervuras, com manchas amareladas (cor de gema de ovo).

A adubação adequada, contendo boro, regulariza o ciclo e aumenta a produção, o peso de capulho e o comprimento da fibra.

4.1.8. Zinco

Os sintomas de deficiência de zinco no algodoeiro ocorrem mais freqüentemente nas folhas, que se apresentam menores do que as normais, com

clorose internerval espessa e com bordos dobrados para cima. Os lóbulos das folhas novas podem se alongar, tomando aspecto de dedos. Plantas afetadas precocemente apresentam internódios curtos, tornando-se enfezadas, atrofiadas; quando a deficiência ocorre tardiamente, o porte é normal, mas as folhas revelam clorose e os frutos não se desenvolvem a contento.

Solos pobres neste nutriente ou solos que receberam calagens excessivas podem apresentar disponibilidade reduzida deste elemento. A adubação de correção de solo com micronutrientes e adubação em cobertura são alternativas para suprir as necessidades da cultura.

4.2. Adubação fosfatada

O método utilizado para extração de fósforo no solo, na maioria dos estados brasileiros, inclusive Roraima, é o método Mehlich I. Na Tabela 2 são apresentados os teores de P extraível, obtidos pelo método Mehlich I e a correspondente interpretação que varia em função dos teores de argila. Os níveis críticos de fósforo correspondem a 14 e 18 mg.dm⁻³ para os solos com teores de argila de 21 a 40 e menos de 20%, respectivamente.

Tabela 2. Interpretação da análise de solo para recomendação de adubação fosfatada (fósforo extraído pelo método Mehlich I).

Teor de argila (%)	Teor de P (mg.dm ⁻³)			
	Muito baixo	Baixo	Médio ¹	Bom ¹
21 a 40	0 a 5,0	5,1 a 10,0	10,1 a 14,0	> 14,0
< 20	0 a 6,0	6,1 a 12,0	12,1 a 18,0	> 18,0

¹ Ao atingir níveis de P extraível acima dos valores estabelecidos nesta classe utilizar somente adubação de manutenção.

Fonte: Adaptado de Resck (1981).

Quando os teores de fósforo estão nas classes muito baixo e baixo há necessidade de utilizar adubação corretiva para se obter boas produtividades de algodão. Essa adubação corretiva pode ser feita de uma só vez (corretiva total) ou em vários anos (corretiva gradual) conforme sugerido na Tabela 3.

Além da adubação corretiva, deve-se fazer, ainda, a adubação de manutenção, que é indicada, quando o nível de fósforo de solo está classificado como Médio ou Bom (Tabela 2). Em Roraima ainda não existe uma recomendação de adubação de manutenção elaborada com base a experimentos de campo com os solos da região. Para tanto, são sugeridas (Tabela 5) as quantidades aproximadas dos nutrientes adaptadas de tabelas de adubação de outros estados como Mato Grosso

(EMPAER-MT, 1991), São Paulo (Raij et al., 1996) e Goiás (COMISSÃO DE FERTILIDADE DE SOLOS DE GOIÁS, 1988).

Tabela 3. Recomendação de adubação fosfatada corretiva, a lanço e adubação fosfatada corretiva gradual, no sulco de semeadura, de acordo com a classe de disponibilidade de P e teor de argila.

Teor de argila (%)	Adubação Fosfatada (kg P ₂ O ₅ . ha ⁻¹) ¹			
	Corretivo total		Corretivo gradual	
	P muito baixo ²	P baixo ²	P muito baixo ²	P baixo ²
21 a 40	120	60	80	70
< 20	100	50	70	60

¹. Fósforo solúvel e nitrato de amônio neutro mais água, para os fosfatos acidulados; solúvel em ácido cítrico 2% (relação 1:100), para termofosfatos e escórias.

². Classe de disponibilidade de P, ver Tabela 2.

Fonte: adaptado de Resck (1981).

4.3. Adubação potássica

A recomendação para adubação corretiva com potássio, de acordo com a análise do solo, é apresentada na Tabela 4. Esta adubação deve ser feita a lanço, em solos com teor de argila maior que 20%. Em solos de textura arenosa (< 20% de argila), não se deve fazer adubação corretiva de potássio, devido às acentuadas perdas por lixiviação.

Assim como para o fósforo, em Roraima ainda não existe uma recomendação de adubação de manutenção elaborada com base a experimentos de campo com os solos da região. Para tanto, é sugerida (Tabela 5) uma quantidade aproximada dos nutrientes adaptadas de tabelas de adubação de outros estados como o Mato Grosso (EMPAER-MT, 1991), São Paulo (Raij et al., 1996) e Goiás (COMISSÃO DE FERTILIDADE DE SOLOS DE GOIÁS, 1988).

Tabela 4. Adubação corretiva de potássio para solos de Cerrados com teor de argila > 20%, de acordo com dados de análise de solo.

Teores de K extraível		Adubação recomendada (kg.ha ⁻¹ de K ₂ O)
mg.dm ⁻³	Cmolc.dm ⁻³	
0 – 25 (baixo)	< 0,06	100
26 – 50 (médio)	0,07 – 0,13	50
> 50 (alto)	> 0,13	0

Fonte: Resck (1981)

A aplicação dos adubos potássicos (KCl), nos solos de cerrados, deve ser feita, preferencialmente, a lanço, pois estes solos possuem baixa capacidade de retenção de cátions. A alta concentração, provocada por grandes quantidades de

adubo (em torno de 100 kg.ha^{-1} de K_2O); distribuídas em pequeno volume de solo, favorece as perdas por lixiviação. Nas dosagens de K_2O acima de 60 kg.ha^{-1} , utilizar o restante da dose em cobertura (duas aplicações), principalmente em solos arenosos, juntamente com a adubação nitrogenada aos 20-25 dias e aos 50 dias após a emergência das plantas. Se o produtor optar por realizar apenas uma operação de adubação de cobertura, esta deve ser realizada entre 30 a 40 dias após a emergência das plantas.

Tabela 5. Recomendação de adubação de manutenção de fósforo e potássio para o algodoeiro.

Disponibilidade de P e K no solo	Recomendação (kg.ha^{-1})	
	P_2O_5	K_2O
Muito baixa	100 - 120	-
Baixa	80 - 100	90 - 120
Média	60 - 80	60 - 90
Alta	40 - 60	30 - 60

Fonte: Adaptado de EMPAER-MT (1991), Raij et. al., (1996) e COMISSÃO DE FERTILIDADE DE SOLOS DE GOIÁS (1988).

4.4. Adubação nitrogenada

O nitrogênio deve ser aplicado em pequena quantidade por ocasião da semeadura (10 a 20 kg.ha^{-1} de N). O restante do nitrogênio deve ser aplicado em cobertura, de preferência parcelado em duas vezes, a primeira imediatamente após a operação de desbaste ou raleação (20-25 dias) e a segunda no início do florescimento (50 dias). Na primeira, deve-se distribuir o adubo próximo a linha de semeadura (10 a 20 cm), cobrindo o adubo de preferência na operação “chegamento de terra”. Na segunda, não há necessidade da aplicação localizada do fertilizante, uma vez que o sistema radicular do algodoeiro já estará bem desenvolvido. Se o produtor optar por realizar apenas uma operação de adubação de cobertura, esta deve ser realizada entre 30 a 40 dias após a emergência das plantas. Como fonte de N Silva et al. (1986) recomendam o sulfato de amônio para a primeira adubação. Para as demais pode se optar entre sulfato e uréia.

A adubação nitrogenada deve ser definida com base nas faixas de resposta esperada a aplicação de N, com base a intensidade do uso da terra (Raij et al., 1996):

- Alta resposta esperada a N: 60 a 80 kg.ha^{-1} de N, em solos intensamente cultivados e adubados, ou desgastados e erodidos;
- Média resposta esperada a N: 40 a 60 kg.ha^{-1} de N, em solos ácidos ou em via de correção, moderadamente adubados; e,
- Baixa resposta esperada a N: 20 a 40 kg.ha^{-1} de N, em solos de pousio prolongado ou, ainda, após rotação com leguminosas.

4.5. Adubação com enxofre, zinco e boro

O enxofre, o zinco e o boro devem, de preferência ser aplicados por ocasião da correção do solo e da adubação de manutenção com adubos que contenham os elementos. Como os solos de Roraima o nível destes nutrientes são relativamente baixos e nos adubos utilizados para correção não conterem quantidades suficientes para suprir as necessidades das plantas, faz-se necessário à complementação pela aplicação em cobertura, juntamente com o nitrogênio e o potássio. Na Tabela 6 estão indicados os valores (em faixas) necessários para o adequado crescimento e desenvolvimento das plantas de algodoeiro durante seu ciclo de crescimento.

Tabela 6. Doses de enxofre, zinco e boro usadas na adubação do algodoeiro.

Nutriente	Modo de aplicação	Ingrediente ativo (kg.ha ⁻¹) ¹
Enxofre	Sulco de semeadura ou cobertura	0,8 - 1,5
Zinco	Sulco de semeadura ou cobertura	2 - 5
Boro	Sulco de semeadura ou cobertura	20 - 40

¹. As maiores doses referem-se a solos de cerrado, e/ou arenosos, e/ou calcariados em excesso.

Fonte: Adaptado de EMPAER-MT (1991), Raij et. al., (1996) e COMISSÃO DE FERTILIDADE DE SOLOS DE GOIÁS (1988).

As recomendações devem ser consideradas como orientações, mas não como quantidades rígidas e imutáveis. A experiência do técnico que atua na região, o histórico da área e o conhecimento da cultura a ser implantada, a disponibilidade de capital do agricultor, entre outros fatores deverão ser considerados, antes da tomada de decisão sobre as doses de calcário e adubos a serem aplicadas sobre uma determinada área. A análise de solo é um instrumento válido nas tomadas de decisões, mas é apenas um componente de um complexo sistema (Lopes, 1984).

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARVALHO, P.P. **Manual do algodoeiro**. Lisboa: IICT, 1996. 282p.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DE SOLOS DE GOIÁS. **Recomendações de corretivos e Fertilizantes para Goiás - 5º Aproximação**, Goiânia: UFG/EMGOPA, 1988. 101p. (Informativo Técnico, 1).

CORRÊA, J.R.V. **Algodoeiro: informações básicas para seu cultivo**. Belém: EMBRAPA-UEPAE Belém, 1989. 29p. (EMBRAPA-UEPAE Belém. Documentos, 11).

EMPAER-MT (Cuiabá, MT). **Diretrizes técnicas do algodão: região cerrados**. Cuiabá, 1991. 45p. (EMPAER-MT. Diretrizes Técnicas - Algodão, 2).

GRIDI-PAPP, I.L.; CIA E.; FUZATTO, M.G.; SILVA, N.M. da; FERRAZ, C.A.M.; CARVALHO, N. de; CARVALHO, L.H.; SABINO, N.P.; KONDO, J.I.; PASSOS, S.M. de G.; CHIAVEGATO, E.J.; CAMARGO, P.P. de; CAVALERI, P.A. **Manual do produtor de algodão**. São Paulo: Bolsa de Mercadoria & Futuro, 1992. 158p.

IEL. **Análise econômica e da competitividade da cadeia têxtil brasileira**. IEL, CNA e SEBRAE. - Brasília: IEL, 2000. 483p.

LACA-BUENDIA, J.P.; FARIA, E.A. Manejo e tratos culturais do algodoeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.8, n.92, p.50-61, ago. 1982.

LOPES, A.S. **Solos sob cerrado**: características, propriedades e manejo. 2ed. Piracicaba: POTAFOS, 1984. 162p.

NASCIMENTO JUNIOR, A.; FREIRE, E.C.; SMIDERLE, O.J.; GIANLUPPI, V.; MATTIONI, J.A.M. Algodoeiro herbáceo CNPA 7H: indicação de cultivo para Roraima. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 3, 2001, Campo Grande. **Resumos**. Campo Grande: 2001a. v.2, p.702-703.

NASCIMENTO JUNIOR, A.; FREIRE, E.C.; SMIDERLE, O.J.; GIANLUPPI, V.; MATTIONI, J.A.M. Algodoeiro herbáceo CNPA ITA 90: indicação de cultivo para Roraima. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 3, 2001, Campo Grande. **Resumos**. Campo Grande: 2001b. v.2, p.700-701.

RAIJ, B.van. et al. (eds.). **Recomendações da adubações e calagens para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo & Fundação IAC, 1996. 285p. (Boletim Técnico, 100).

RESCK, D.V.S. **Parâmetros Conservacionistas dos solos sob vegetação de cerrados**. Plantantina, Embrapa Cerrados. 1981. 32p. (Embrapa Cerrados, Circular Técnica, 6).

SILVA, N.M.; FERRAZ, C.A.M.; GRIDI-PAPP, I.L.; CIA, E.; SABINO, N.P. Seja doutor do seu algodoeiro. **Informações Agrônômicas**, Piracicaba, n.69, mar. 1995. Arquivo do Agrônomo, Piracicaba, n.8, p.1-24, mar. 1995. Encarte.

SILVA, M.J. da; HOLANDA, A.F.; CARVALHO, O.S. Recomendações para a cultura do algodoeiro herbáceo irrigado. Campina Grande: Embrapa CNPA, 1986. 12p.

SNYDER, C.S. **Adubação da cultura do algodoeiro nos Estados Unidos**. Piracicaba: POTAFOS, 1997. p.1-6. (Informações Agrônômicas, 79).

STAUT, L.A. **Fertilização fosfatada e potássica nas características agrônômicas e tecnológicas da algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.), na região de Dourados, MS**. Jaboticabal: UNESP-Campus de Jaboticabal, 1996. 124p. Dissertação de Mestrado.

STAUT, L.A.; KURIHARA, C.H. Calagem, nutrição e adubação. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste. **Algodão: informações Técnicas**. Dourados: EMBRAPA-CPAO; Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1998. p. 51-60. (EMBRAPA-CPAO. Circular Técnica, 7).

6. ANEXO

ANEXO I - Espaçamento para terraços nivelados para culturas permanentes e anuais¹.

Declividade (%)	Terra arenosa (<15% de argila)		Terra franco-arenosa (15-35% de argila)		Terra argilosa (>35% de argila)	
	E. H. ²	E. V. ³	E. H.	E. V.	E. H.	E. V.
	----- (m) -----					
1	73	0,73	76	0,76	81	0,81
2	43	0,85	46	0,92	51	1,02
3	33	0,98	36	1,07	41	1,22
4	25	1,10	31	1,22	36	1,42
5	24	1,22	27	1,37	33	1,63
6	22	1,34	25	1,53	31	1,83
7	21	1,46	24	1,68	29	2,03
8	20	1,59	23	1,83	28	2,24
9	19	1,71	22	1,98	27	2,44
10	18	1,83	21	2,14	26	2,64

¹ Observação: esta tabela deverá ser usada sem gradiente, com terraços nivelados.

² E.H. = Espaçamento Horizontal = E.V. x 100/D.

³ E.V. = Espaçamento Vertical = (2+D%)/X. 0,305 (fórmula de Betley).

onde: D = declividade; valores de X (terra argilosa = 1,5; terra franco-arenosa = 2,0; terra arenosa = 2,5).

Fonte: Resck 1981